**REPUBLIQUE DU SENEGAL**

**---------**

**Un Peuple – Un But – Une Foi**

**---------**

**Université Cheikh Anta DIOP de Dakar**

**---------**

**Ecole Supérieure Polytechnique**



**Centre International de Formation et de Recherche en Energie Solaire**

**Dossier de consultation restreinte en Procédure Négociée N° 83274505**

**Optimisation des performances d'une presse solaire pour l'extraction productive de l'huile d'arachide au Sénégal**

**--------------------------------------------------**

**N° Projet :15.2217.6-001**

**Livrable 5 Rapport provisoire**

**Avril 2019**

**DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME SOLAIRE PV POUR ALIMENTER LA PRESSE A HUILE**

**Maître d’œuvre :**

**GIZ-PED**

**Sommaire**

**Pages**

1 Introduction 3

2. Etude de faisabilité de l’alimentation de la presse à partir du solaire PV 3

2.1 Dimensionnement du générateur photovoltaïque (GPV) 4

2.2 Choix de la tension du système 8

2.3 Dimensionnement du régulateur du système 9

2.4 Dimensionnement de l’onduleur 11

2.5 Dimensionnement de la batterie 13

2.6 Choix du démarreur progressif 15

2.7 Dimensionnement des câbles 17

2.8 Choix du parafoudre 19

2.9 Bilan économique de l’alimentation en solaire PV de la presse 20

2.10 Schéma électrique de l’alimentation en solaire PV de la presse 22

# Introduction

L’Afrique dispose d’un grand potentiel en énergies renouvelables dont, en particulier, le solaire photovoltaïque avec une durée d’ensoleillement estimée à 3500 heures/année et un potentiel énergétique de 2650 kWh/m2/année. L’exploitation de ce potentiel s’est nettement améliorée ces dernières années avec l’évolution des technologies de conversion et de conditionnement.

Le Sénégal dispose d’un niveau d’ensoleillement élevé atteignant 5 à 6 kWh/m2/j. L’utilisation de l’énergie solaire photovoltaïque pourra contribuer à combler plusieurs types de besoins en énergie comme la transformation des produits agricoles dans le cas de cette étude.

Le dimensionnement de l'installation permet de garantir la couverture optimale des besoins du système afin d'éviter tout surdimensionnement (coût élevé) ou sous dimensionnement (problème au niveau du fonctionnement).

La méthodologie du dimensionnement d’un système photovoltaïque peut se résumer comme suit :

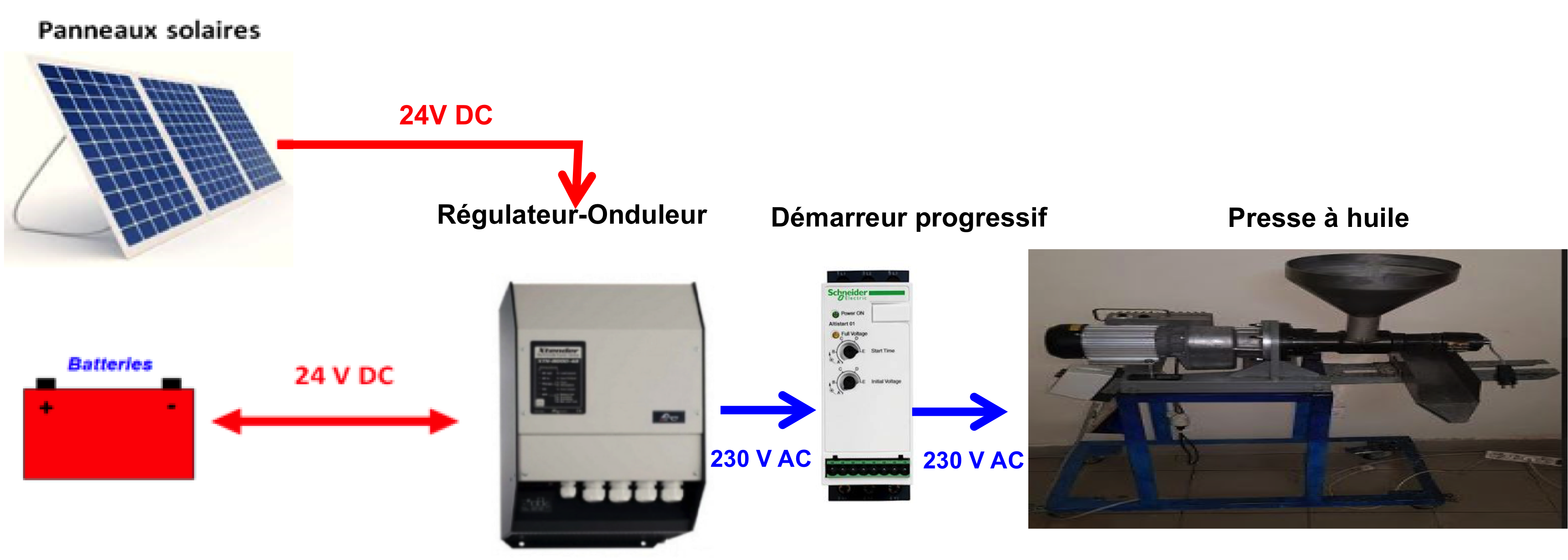
* Bilan des puissances : il s’agit d’évaluer l’énergie demandée par le système en calculant la puissance électrique utilisée multipliée par le nombre d'heures de fonctionnement.
* Dimensionnement et choix du générateur photovoltaïque (GPV)
* Dimensionnement et choix du système d'accumulation
* Dimensionnement et choix du système de régulation de la puissance et de contrôle

Ce livrable présente les résultats de l’étude de faisabilité de l’alimentation de la presse à partir de l’énergie solaire PV. Il présente les résultats du dimensionnement et les différents choix technologiques. Il expose également le schéma électrique de l’installation.

## Etude de faisabilité de l’alimentation de la presse à partir du solaire PV

Le système électrique objet de cette étude, est constitué (figure 1) de :

1. Panneaux photovoltaïques
2. Régulateur de charge
3. Onduleur chargeur
4. Batteries
5. Démarreur progressif (Altistart)



**Figure 1 : Composants électriques du système d’alimentation de la presse à huile**

### 2.1 Dimensionnement du générateur photovoltaïque (GPV)

Les panneaux photovoltaïques sont dans cette configuration, la source primaire de production d’électricité. Ils transforment les rayonnements du soleil en électricité.

L'énergie produite par les modules photovoltaïques est l'énergie théorique demandée par le système. L'acheminement de celle-ci jusqu'à l'accumulateur est sujet à une série de pertes qui sont regroupées dans un facteur de pertes représenté par la lettre k.

Le coefficient k prend en compte l’incertitude météorologique, l’inclinaison non corrigée des modules, la non optimalité du point de fonctionnement des modules (vieillissement, poussières,…), le rendement de charge et de décharge des batteries, le rendement du régulateur et de l’onduleur, et des pertes dans les câbles et les connexions. Pour ce type d’installation, le coefficient k est en général compris entre 0.55 et 0.7. L’énergie à produire par les modules (EP) s’exprime alors par la formule suivante.



Sachant que :

EC : énergie totale demandée par le système au cours d'une journée type exprimée en Wh/jour.

k : facteur représentant les différentes pertes de l'installation, telles que : la profondeur de décharge maximale admissible par la batterie, la tension de travail en courant continu, les pertes de rendement de l'accumulateur, le coefficient d'autodécharge et les pertes par effet Joule.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Charges | **Temps (H)** | **Puissance (W)** | **Énergie** |
| Presse | 8 | 360 | 2 880 |
| Résistance chauffante | 3.33 | 350 | 1 200 |
| Besoins journaliers | | 710 | **4 080** |

Le système de pressage est constitué de la presse et de la résistance chauffante. Le besoin journalier EC est évalué sur la base d’une hypothèse de travail de 8h de fonctionnement pour la presse (entre 10h et 17h) et 25 minutes de fonctionnement toutes les heures pour la résistance chauffante. Le temps de fonctionnement de la résistance chauffante est estimé à 3,33 heures (25x8/60) sur une base de 8h de fonctionnement de la presse.

Les mesures effectuées lors de fonctionnement de la presse donnent une puissance maximale de 360 W pour la presse et 350 W pour la résistance chauffante. Le tableau 1 présente le bilan de puissance du système de pressage.

**Tableau 1 : Estimation de l’énergie journalière**

**Si on veut faire fonctionner la presse pendant 12h/24 alors l’énergie journalière est de : 4320 + 1200 = 5520 Wj/j au lieu de 4080 Wj/j.**

Partant de l'hypothèse que l'énergie nécessaire par jour est de 4080 Wh /jour et que la valeur du coefficient global de pertes est de k=0.55, l'énergie à produire (Ep) est de :



**Pour un fonctionnement de 12h/ 24 on aura Ep= 10036 Wh/jour.**

Pour produire cette énergie, il sera nécessaire d’installer un générateur photovoltaïque (GPV) d’une puissance égale à Pc. Cette puissance, dénommée puissance crête, dépend de l’irradiation de la région où est située l’installation. Le Sénégal dispose d’un niveau d’ensoleillement élevé atteignant 6 kWh/m2/j.

Nous avons pris comme base de calcul les données d’ensoleillement de la ville de Kaffrine (voir tableau 2) au cœur du bassin arachidier qui a pour latitude 14°1 N et pour longitude -15,55°W.

Tableau 2: Ensoleillements mensuels du site de Kaffrine 2017

|  |  |
| --- | --- |
| **Mois** | **Ensoleillement solaire mensuel (KWh/m². j)** |
| Janvier | 5.12 |
| Février | 5.75 |
| Mars | 6.37 |
| Avril | 6.61 |
| Mai | 6.34 |
| Juin | 6.05 |
| Juillet | 6.26 |
| Aout | 5.51 |
| Septembre | 6.03 |
| Octobre | 5.81 |
| Novembre | 5.226 |
| Décembre | 5.03 |
| **Moyenne annuelle** | **5.84** |

Le calcul de la puissance crête nécessaire pour l’installation (Pc) donne alors :



Pour un fonctionnement de 12h/ 24 on aura Pc= 1719 Wc.

Le nombre de panneaux photovoltaïques dépend de la technologie choisie et leur puissance crête.

Le modèle ciblé pour le GPV (Option 1) est le module CS6P-235P de CanadianSolar. Avec ce modèle, le nombre de module NP pour satisfaire la capacité du GPV est égal à 6 modules.



**Np= 8 si on veut faire fonctionner la presse durant 12h/24.**

Le couplage des modules dépendra du choix des régulateurs de charge.



|  |  |
| --- | --- |
| **Désignation** | **Valeurs** |
| Technologie | Polycristallin |
| Puissance Max | 235 |
| Tension à vide | 36.9 |
| Courant de court circuit | 8.46 |
| Tension à Pmax | 29.8 |
| Courant à Pmax | 7.90 |
| Dimension | 1638x983x40mm |
| Poids | 19 kg |
| Quantité | 6 |
| Rendement | 14.61 |
| Garantie constructeur | 25 ans 80 % de production de puissance |

**Figure 2: Modèle du module PV de CanadianSolar étudié**

Nous avons proposé une deuxième option avec une technologie monocristalline de meilleurs rendements donc nécessitant moins de surface. Le deuxième modèle ciblé pour le GPV est le module BlueSolar SPM-300-24. Avec ce modèle, le nombre de module NP pour satisfaire la capacité du GPV dans les mêmes conditions est égal à 5 modules.



**Np= 6 si on veut faire fonctionner la presse durant 12h/24.**

Le couplage des modules dépendra du choix des régulateurs de charge. Le choix de l’une des options dépendra de l’analyse financière et du coût des régulateurs. Nous avons choisi en pratique 6 modules compte tenu du couplage pour réduire le courant du régulateur (voir section 2.3).

|  |  |
| --- | --- |
| **Désignation** | **Valeurs** |
| Technologie | Monocristallin |
| Puissance Max | 300 |
| Tension à vide | 45.5 |
| Courant de court circuit | 8.56 |
| Tension à Pmax | 36 |
| Courant à Pmax | 8.06 |
| Dimension | 1956x992×45 mm |
| Poids | 24 kg |
| Quantité | 6 |
| Rendement | 15.46 |
| Garantie constructeur | 10 ans 90 % + 25 ans 80 % de production de puissance |



**Figure 3: Modèle du module PV de BlueSolar étudié**

Le tableau 3 présente le résumé les résultats du dimensionnement des panneaux PV pour deux options différentes.

**Tableau 3: Résumé du dimensionnement du GPV**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Panneaux Photovoltaïques | | | |
| Item | Option 1 | Option 2 | Unité |
| Puissance voulue | 710 | 710 | W |
| Fonctionnement par jour | 8 | 8 | h |
| Energie nécessaire par jour (Ec) | **4080** | **4080** | wh/j |
| Constante de perte d'énergie (k) | 0,55 | 0,55 | - |
| Energie à produire (Ep) | **7418** | **7418** | wh/j |
| Irradiation Kaffrine (Ir) | 5,84 | 5,84 | kw/m2/j |
| Puissance crête nécessaire installation (Pc) | **1270** | **1270** | Wc |
| Puissance crête d'un panneau | 235 | 300 | Wc |
| Nombre de panneau nécessaire (Np) | **6** | **6** | - |
| Dimension d'un panneau | 1,61 | 1,94 | m2 |
| Surface nécessaire | **9,66** | **11,64** | m2 |

### 2.2 Choix de la tension du système

Le choix de la tension nominale d’un système dépend de la disponibilité des équipements (fabrication des régulateurs, modules, etc.), il dépend aussi des niveaux de puissance et d’énergie nécessaire selon le type d’application. Le tableau 4 présente différents niveaux de tension en fonction de la puissance crête installée. La tension de notre système est donc de 24V parce que la puissance crête PV est compris entre 500Wc et 2kWc.

Tableau 4 : Les tensions du système en fonction de la puissance crête

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Puissance crête (WC) | < 500 WC | 500Wc – 2kWc | >2kWc |
| Tension du système (V) | 12 VDC | 24 VDC | 48 VDC |

### 2.3 Dimensionnement du régulateur du système

Le régulateur ou contrôleur de charge permet de charger les batteries à partir de l’énergie provenant des panneaux solaires. Il assure le contrôle de la charge et de la décharge de la batterie. S’il est bien choisi et correctement utilisé, les batteries seront plus performantes. Le choix des régulateurs est déterminé par le courant de charge venant du GPV.

Le choix du système de régulation et de contrôle doit être guidé par les caractéristiques suivantes :

1. Protection de la batterie contre les surcharges
2. Protection de la batterie contre toute décharge excessive au moyen d'une déconnexion automatique de la charge
3. Reconnexion automatique ou manuelle
4. Système d'alarme en cas de charge de batterie faible
5. Arrêt manuel d'alarme qui s'active automatiquement lorsque la charge de la batterie dépasse à nouveau une valeur prédéterminée
6. Compteur d'ampères-heures produits par le champ de panneaux
7. Compteur d'ampères-heures consommés par la charge

Le système de régulation peut également intégrer un capteur de température visant à réguler les apports du champ de panneaux au système d'accumulation en fonction de la température. Cet élément s'avère importante dans les pays affichant de grandes variations de la température ambiante.

Avec la première option, nous avons 6 panneaux de 24V de 235 W, chacun pouvant débiter jusqu’à 8.46 A. Avec la deuxième option, nous avons aussi 6 panneaux de 24V de 300 W, chacun pouvant débiter jusqu’à 8.56 A. Le courant maximal que peut fournir les modules dépendant de la configuration du système et des caractéristiques du régulateur. Compte tenu de la tension du système (24V), les différents modules peuvent être couplés en parallèle mais le courant du régulateur sera très élevé dans ce cas (coût élevé). Pour réduire le courant du régulateur nous choisissons la configuration de 3 chaines (de 2 modules en série) en parallèles, nous aurons 6 modules pour chacune des deux options. Nous aurons alors un courant maximal de 38.46 = 26 A pour l’option 1 et 38.56 = 26 A pour l’option 2. La tension minimale du régulateur pour l’option 1 est de 236.9 = 74 V et pour l’option 2 elle est de 245.5 = 91 V.

**Avec 8 panneaux de 24V de 235 W, on aura 4\*8,46 = 34A et la tension ne change pas. Pour l’option 2 rien ne change on a toujours 6 panneaux. Donc le changement de 8 à 12h ne change pas le choix du regulateur**.

Notre choix s’est porte sur le BlueSolar 150V 35A de Victron Energy. La figure 3 présent les caractéristiques du modèle du régulateur pouvant servir dans ce projet.

|  |  |
| --- | --- |
| **Designation** | **Valeurs** |
| Tension | 12/24/48 |
| Courant de charge | 35A |
| Intensité max PV court-circuit (Isc) | 40A |
| Plage de tension d’entrée | 45.5 |
| Puissance Max GPV | 1000W en 24V et 2000W en 48V |
| Dispositif de tracking | MPPT |
| Dimension | 130 x 186 x 70 mm  mm |
| Poids | 1,46 kg |
| Quantité | 1 |
| Rendement | 98% |

**Figure 3: Contrôleur MPPT (150 V, 35 A) de Vitron energy**

### 2.4 Dimensionnement de l’onduleur

L’onduleur convertit le courant continu en courant alternatif. Le choix des onduleurs est déterminé par la puissance des charges qui fonctionnent en courant alternatif (AC). La puissance totale des charges AC est estimée à 710 W. Le choix de l’onduleur doit être guidé par les caractéristiques suivantes :

1. Fonctionnement, dans la mesure du possible, à un régime de charge avoisinant les 95%
2. Capacité à fournir la puissance maximale produite par le champ photovoltaïque à tout moment
3. Fonctionnement à partir d'un seuil minimum de rayonnement solaire ou de puissance en courant continu
4. Capacité à résister à la puissance de « pointe »
5. Efficacité raisonnable
6. Stabilité du voltage
7. Faible distorsion harmonique
8. Possibilité de combinaison en parallèle (afin de permettre le développement de l'installation à l'avenir)
9. Sécurité : les convertisseurs doivent être équipés de protection contre les courts-circuits, les surcharges et les inversions de polarité
10. Bon comportement face aux changements de température
11. Signalisation appropriée
12. Documentation technique suffisante
13. Tensions de travail d'entrée et de sortie
14. Puissance nominale
15. Fréquence nominale et facteur de distorsion
16. Forme de l'onde
17. Plage de températures admissibles
18. Performance en fonction de la puissance demandée
19. Surcharge résistée
20. Résistance aux courts-circuits
21. Facteur de puissance

Plusieurs solutions existent sur le marché :

* Vitron energy propose la gamme des convertisseurs Phoenix (de 1,2kVA ) est parfaitement adaptée ce type d’application. Le fabricant offre également des convertisseurs / Chargeurs MultiPlus qui permettent en cas de défaillance du système solaire (déficit d’ensoleillement) de charger les batteries à partir d’un groupe électrogène ou le réseau.
* Studer offre les gammes Xtender qui sont des onduleurs/chargeurs flexibles et programmables. Elle existe de 0.5kVA à 72kVA, en monophasé et en triphasé. Elle intègre un chargeur de batterie efficace avec un mode transfert extrêmement rapide et une assistance à la source performante. La gamme Studer AJ-1300-24 de 24V 220V 1300VA
* D’autres solutions proposant un bon compromis qualité prix sont également disponibles sur le marché mais nous avons privilégié les deux premières options pour les avoir déjà éprouvé.

L’onduleur doit être capable de supporter le courant de démarrage de la presse. Le choix de l’onduleur dépendra donc du choix du démarreur de la presse. Sur cette base et en tenant compte du courant maximal à la sortie du démarreur électronique (12A), notre choix peut être porté sur le Multiplus 2kVA de Victron Energy. Les caractéristiques de l’onduleur sont présentées à la figure 4.

|  |  |
| --- | --- |
| **Désignation** | **Valeurs** |
| Puissance | 2000VA |
| Plage de tension | 19 - 33,0V |
| Tension de sortie | 230V |
| Rendement | 94% |
| Consommation a vide | 11 W |
| Poids | 13kg |
| Dimension mm | 520 x 255 x 125 mm  mm |
| Quantité | 1 |
| Rendement | 92% |
| Garantie constructeur | 2 ans |



.

**Figure 4: Modèle de l’onduleur Multiplus 24-2000 de Victron Energy**

### 2.5 Dimensionnement de la batterie

La batterie de stockage doit prendre en charge les besoins en énergie pour alimenter les charges sur la durée d'autonomie N. Cette dernière représente le nombre de jours que la batterie doit tenir sans charge (en cas de déficit d'ensoleillement). L’évaluation de la capacité de stockage prend en compte également la profondeur de décharge, le rendement et la tension du système. En effet une batterie ne pouvant pas être complètement vidée, il existe un seuil maximal de décharge qu’il ne faut pas dépasser. On parle de la valeur de la capacité utile de la batterie. La capacité totale des batteries peut être évaluée par la formule suivante :



Où N est le nombre de jours d’autonomie, D est la profondeur de décharge de la batterie et U la tension du système.

Nous avons choisi une journée d’autonomie pour limiter les couts. Nous avons choisi N=1 jour d’autonomie, une profondeur de décharge de 80% et une tension de 24V pour le système. Cette option minimise le nombre de batterie mais présente un inconvénient en cas de déficit d’ensoleillement dans la journée. De plus au Sénégal, dans la zone ciblée par le projet, il est difficile de rester deux jours sans ensoleillement. Une deuxième option N=2 avec la même profondeur de décharge est envisagée. L’activité se déroule le jour, il y a une bonne corrélation entre la disponibilité de l’énergie solaire et le besoin de la consommation donc l’option 1 nous semble plus appropriée.

Avec l’option 1 (N= 1) la capacité de la batterie est égale à :



Cb= 290 Ah sous 24 V pour un fonctionnement de 12h au lieu de 24h avec une autonomie de 1 jour.

Avec l’option 2 (N=2) sans prendre en compte de la corrélation entre le besoin et la disponibilité de l’énergie, la capacité de la batterie est égale à :



Pour un fonctionnement de 12h /j au lieu de 8h/j, Ec= 5520 Wh/jour, on a alors avec une autonomie de :

1. N=1 jour : Cb = 288 Ah sous 24 V soit 2 batteries de 265 Ah couplés en séries
2. N=2 jour : Cb =575 Ah sous 24V soit 4 batteries de 265 Ah couplés en 2 x 2 batteries de 12V en séries

Le choix du système de stockage doit être guidé par les caractéristiques suivantes :

1. Type de batterie
2. Tension nominale
3. Capacité en Ah pour des régimes de décharge de 20, 50 et 100 heures à une température de 25ºC.
4. Plage de températures de fonctionnement
5. Profondeur de décharge maximale
6. Régime de perte de capacité due à l'autodécharge
7. Décalage maximum journalier permis : durée de vie à chaque profondeur de décharge
8. Performance de charge
9. Variation de la capacité en fonction de la température pour un régime de décharge de 100 heures
10. Température de gel de l'électrolyte
11. Densité en fonction de l'état de charge
12. Dimensions
13. Poids

Le tableau 5 présente le résume les résultats du dimensionnement de la batterie pour deux options différentes.

**Tableau 5: Résumé du dimensionnement de la batterie**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Batteries (accumulateurs) | | | |
| Item | Option 1 | Option 2 | Option 1 | Option 2 | Unités |
| Energie nécessaire par jour (Ec) | **4080** | **4080** | **10036** | **10036400** | wh/j |
| Nombre de jour d'autonomie (Nj) | 1 | 2 | 1 | 2 | jours |
| Décharge maximale admissible | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | - |
| Tension totale de la batterie | 24 | 24 | 24 | 24 | V |
| Capacité de la batterie ('C) | 213 | 425 | 523 | 1045 | Ah (Wh) |
| Nombre de batterie | **2** | **4** | **6** | **10** | - |

Notre choix est porte sur la batterie GEL (265Ah, 12V) de Victron Energy (figure 5bis). Il en faudra 2. Des contraintes de disponibilités font que ce choix présente l’inconvénient d’un petit déficit par rapport au 290 Ah.

Un autre choix possible porte sur la batterie sur la batterie GEL (165 Ah, 12V) de Victron Energy. Il en faudra 4. Des contraintes de disponibilités font que ce choix présente l’inconvénient de couter plus cher et présente l’avantage de fournir un léger excèdent d’énergie.

|  |  |
| --- | --- |
| **Designation** | **Valeurs** |
| Type de batterie | GEL |
| Capacité de batterie | 220Ah, 12V |
| Absorption Cyclage Normal (V)  court-circuit (Isc) | 14.1 - 14.4 V |
| Float Cyclage Normal (V) | 13.5 - 13.8 V |
| Veille Cyclage Normal (V)  d’entrée | 13.2 - 13.5 V |
| Durée de vie à décharge 50% | 750 cycles |
| Durée de vie à décharge 80% | 500 cycles |
| Durée de vie à décharge 30% | 1800 cycles |
| Dimension | 52.2x23.8  x  mm |
| Poids | 65 kg |
| Quantité | 2 |
| Durée de vie | 12 ans |

****

**Figure 5: Batterie 220Ah 12V GEL Victron Energy**

### 

|  |  |
| --- | --- |
| **Designation** | **Valeurs** |
| Type de batterie | GEL |
| Capacité de batterie | 265Ah, 12V |
| Absorption Cyclage Normal (V)  court-circuit (Isc) | 14.1 - 14.4 V |
| Float Cyclage Normal (V) | 13.5 - 13.8 V |
| Veille Cyclage Normal (V)  d’entrée | 13.2 - 13.5 V |
| Durée de vie à décharge 50% | 750 cycles |
| Durée de vie à décharge 80% | 500 cycles |
| Durée de vie à décharge 30% | 1800 cycles |
| Dimension | 520 x 268 x 233 mm  x  mm |
| Poids | 75 kg |
| Quantité | 2 |
| Durée de vie | 12 ans |

****

**Figure 5 bis: Batterie 265Ah 12V GEL Victron Energy**

### 2.6 Choix du démarreur progressif

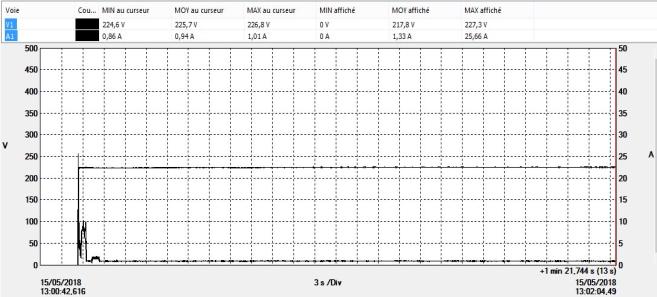
Le démarrage d’un moteur électrique, principalement le moteur asynchrone nécessite un fort appel de courant qui provoque d’importantes chutes de tension dans les installations électriques. Le courant de démarrage peut être supérieure à 4 à 7 fois le courant nominal.

Pour ne pas que ce courant endommage l’onduleur, nous allons utiliser un démarreur électronique progressif (Altistart). Le rôle du démarreur électronique est de permettre un démarrage progressif du moteur. Ses avantages sont :

* Une limitation de l’appel du courant lors du démarrage.
* Un démarrage sans coup.
* Une application à faible charge.
* Une montée progressive en vitesse.
* Une usure réduite des systèmes mécaniques de transmission.

Ces démarreurs remplacent de plus en plus les démarreurs à technologie électromagnétique (étoile triangle, par résistances statoriques ou rotoriques, par autotransformateur) et ceci dans toutes les gammes de puissance.

Ainsi les mesures faites à partir d’un analyseur de réseau chauvin-Arnoux 8336 permettent d’évaluer la valeur du courant au démarrage de la presse (25,6A sur la figure 6). Dans le but d’évaluer la plage de variation du courant de démarrage, nous avons fait 5 tests pour chaque position de vitesse (50 tests au total).



**Figure 6: Courant de démarrage de la presse sur le réseau**

Le courant de démarrage varie entre 13A et 27A. Une illustration des mesures effectuées est présentée à la figure 7.

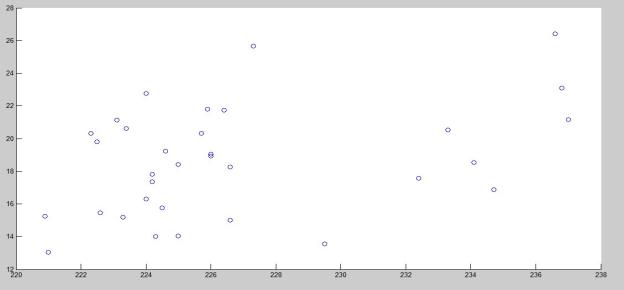


Figure *7*: Courant de démarrage en fonction de la tension

La connaissance de la plage de variation de la charge permet de bien dimensionner l’onduleur, le dispositif de démarrage progressif, les câbles et les éléments de protection.

Notre choix s’est porté sur l’Altistart 01 qui limite le courant de démarrage à 12A et dont les caractéristiques sont dans le tableau 6.

Tableau 6 : Caractéristiques Altistart ATS01N112FT

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Puissance nominale (kW)** | **Courant nominal du démarreur (A)** | **Tension (V)** | **Disjoncteur moteur (18A)** | **Contacteur de ligne** |
| 1.5 | 12 | 230 | GV2 ME14 | LC1D12 |

### 2.7 Dimensionnement des câbles

Dans une installation photovoltaïque, la chute de tension va induire des pertes de puissances. L'optimisation technico-économique d'une installation photovoltaïque conduit donc à réduire au maximum ces chutes de tension. Le guide de l'UTE C15-712 relatif aux installations photovoltaïques indique que la chute de tension dans la partie DC devra être inférieure à 3%.

Le dimensionnement des câbles (calcul de la section des câbles) se fait à partir :

* du courant nominal In qui passe dans le câble
* de la chute de tension ΔU admissible dans le câble
* de la longueur L du câble

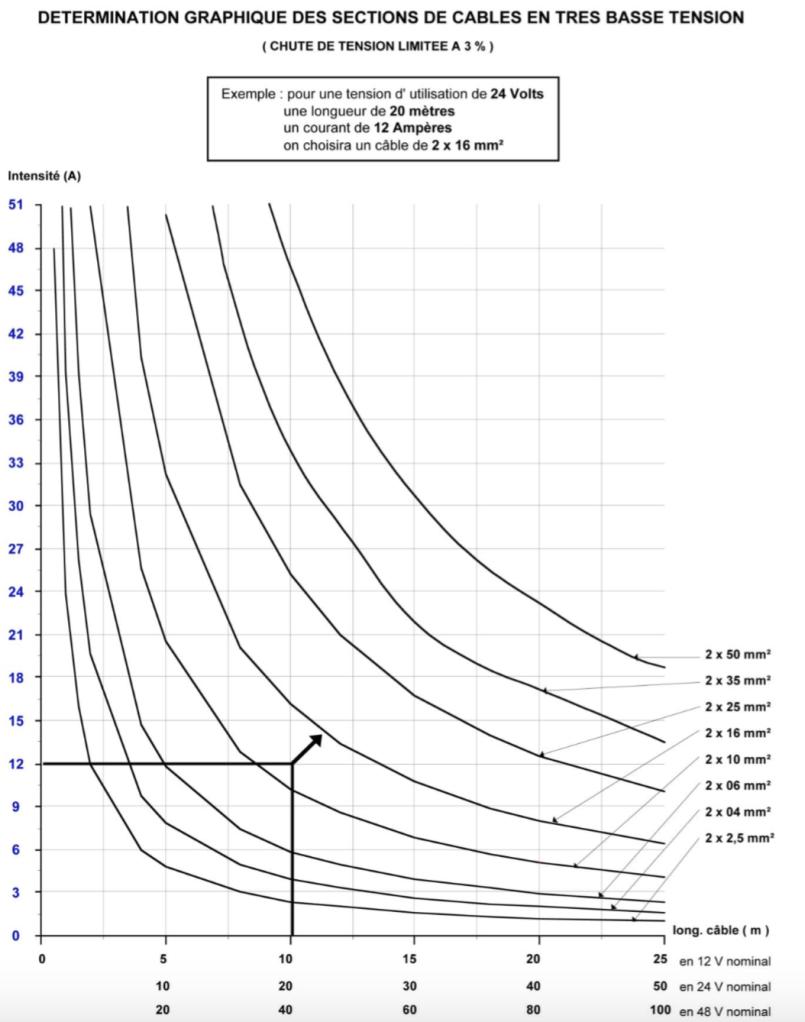
La résistance R du câble est déterminée par calcul par la formule (1)

2R= ΔU/In (1)

R= ρL/S section minimale du câble

S= 2 ρL In / (ΔU \*U) (2)

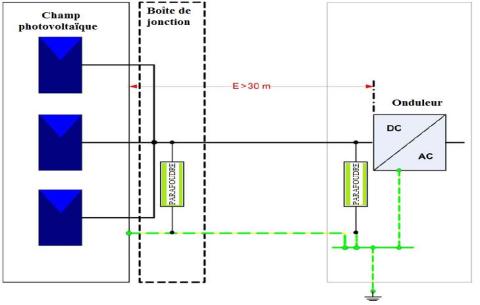
La section des câbles est obtenue soit par calcul (2) soit par abaque en considérant une chute de tension de 3 à 4 % soit dans les catalogues. La figure 8 présente la détermination de la section des câbles à partir d’abaques.



**Figure 8: Abaque pour la détermination de la section des câbles.**

### 2.8 Choix du parafoudre

Un parafoudre est un appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les [surtensions](http://fr.wikipedia.org/wiki/Surtension) transitoires élevées et à limiter la durée. Un parafoudre est un composant électrique dont le rôle est de dévier l'énergie des ondes de [surtension](http://fr.wikipedia.org/wiki/Surtension), il est donc en général connecté entre chacun des conducteurs à protéger et la terre (mode commun). Comme la distance GPV régulateur est inférieure à 10 m, il faudra prévoir un parafoudre en aval du GPV. Il existe plusieurs modèles sur le marché (Legrand, Hager, Schneider, etc.). Il existe des modèles à 1 pôle, à 2, à 3 et à 4 pôles.



**Figure 9 : Schéma de principe de l’intégration d’un parafoudre dans un système électrique.**

Les surtensions peuvent avoir deux origines :

* Surtensions de foudre : ces surtensions sont indirectement produite par l’impact de la foudre à un endroit donnée pouvant se situé à 10 km de l’installation électrique.
* Surtensions industrielles : elles sont liées à des manœuvres industrielles du type commutation de contacts, allumage de lampes à sodium, fonctionnement de thyristors, démarrage de moteur, etc.

Conformément au guide UTE C15-712-1, «lorsqu’un parafoudre est prescrit pour la partie CC d’une installation photovoltaïque, il est toujours installé dans le tableau situé le plus proche de l’onduleur [10].

Les caractéristiques des parafoudres à installer côté CC sont définies comme suit :

* Les parafoudres sont de type 2
* Courant de décharge nominal *I*n ≥ 5 kA.
* Tension de service assigné maximale Ue > 1.25× Uoc
* Niveau de protection UP ≤ Uinv : tension de tenue aux chocs des matériels à protéger.
* Protection thermique ayant la capacité de supprimer les courants de court circuit en fin de vie et coordination avec une protection de secours adaptée.

D’après les résultats obtenus et en se basant sur le catalogue des fournisseurs, nous pouvons choisir des parafoudres BT de type 2 DS50VGPV.



|  |  |
| --- | --- |
| **Designation** | **Valeurs** |
| Parafoudre Type 2 pour PV | Technologie VG |
| Pas de courant de fuite | Durée de vie accrue |
| max: 40 kA | In :15 kA |
| Télésignalisation (option) | Conforme NF EN 50539-11 |
| Version DS50VGPV-1000G/51 : homologué UL, VDE et OVE | |

**Figure 10: Batterie 220Ah 12V GEL Victron Energy**

### 2.9 Bilan économique de l’alimentation en solaire PV de la presse

Une analyse des coûts approximatifs des différents composants a été effectuée. Cette analyse n’a pas pris en compte les frais de transport, de douane et des taxes. Le tableau 7 présente les coûts des différents composants nécessaires pour une alimentation en solaire PV de la presse.

**Tableau 7 : Bilan financier du système d’alimentation solaire de la presse pour 8h de fonctionnement**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Désignation** | **Nombre** | **Coût unitaire** | **Coût total** | |
| **Modules** | **CanadianSolar 235-24 / 235Wc** | **8** | **250 000** | | **2 000 000** |
| **Batteries** | **Batterie 265Ah 12V GEL Victron Energy** | **2** | **400 000** | | **800 000** |
| **Régulateurs** | **VICTRON 150V/35A - 12/24/36/48V – MPPT** | **1** | **220 000** | | **220 000** |
| **Onduleurs** | **Multiplus 24-2000 de Victron Energy** | **1** | **450 000** | | **450 000** |
| **Supports module** | **Support en Aluminium** | **6** | **35 000** | | **210 000** |
| **Disjoncteurs** | **Disjoncteur 20A (sorite onduleur- Altristart)** | **1** | **15 000** | | **15 000** |
| **Disjoncteur 30A (Panneaux - régulateur)** | **1** | **30 000** | | **30 000** |
| **Disjoncteur compact 75A (Régulateur - Bat)** | **1** | **180 000** | | **180 000** |
| **Accessoires** | **Câbles et accessoires** | **1** | **350 000** | | **350 000** |
| **Altistart** | **Démarreur progressif** | **1** | **147 000** | | **147 000** |
| **Parafoudres** | **Parafoudre DC** | **1** | **150 000** | | **150 000** |
|  | **Total** | | **4 552 000** | | |

### 2.10 Schéma électrique de l’alimentation en solaire PV de la presse

****